

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 2004/008445

17. 6. 2004

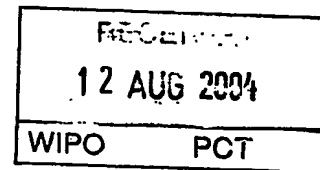
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 0 月 1 6 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 5 6 9 5 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 5 6 9 5 8]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社東芝

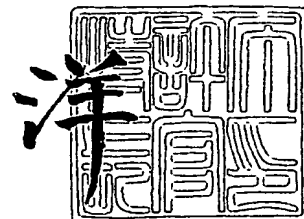


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 7 6 1 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 DTA03-041
【提出日】 平成15年10月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01N 29/06
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内
 【氏名】 唐沢 博一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内
 【氏名】 伊藤 佳乃
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内
 【氏名】 阿部 素久
【特許出願人】
 【識別番号】 000003078
 【氏名又は名称】 株式会社東芝
【代理人】
 【識別番号】 100077849
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 須山 佐一
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-172024
 【出願日】 平成15年 6月17日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014395
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0007496

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数の圧電振動子から構成される超音波トランスデューサと、
前記複数の圧電振動子のうち任意のものから超音波を発生させる振動子選択部と、
前記振動子選択部により選択された圧電振動子が発する超音波が音響媒体を介して検査対象からの反射エコーを受信することにより前記複数の圧電振動子が発生する電気信号を選択的に検出する信号検出回路と、
前記信号検出回路により検出された電気信号から開口合成処理により、前記検査対象の内部に設定された3次元画像化領域内のメッシュに対応させて3次元画像化データを生成する信号処理部と、
前記信号処理部により生成された3次元画像化データを3次元画像化領域内のメッシュ上の3次元画像化データの値に応じて、各メッシュの輝度または透明度を変化させる機能と、前記3次元画像化データの値を3次元座標位置(X, Y, Z)に応じて設定された値で乗算することにより前記3次元画像化データの不要部画像のマスキングまたは画像輝度補正を行う機能とを有する表示処理部と
を具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の3次元超音波画像化装置において、
前記表示処理部は、
前記3次元画像化データを互いに直行する3方向から透視すると共に、前記3次元画像化データのうち透視方向に重なった画像化データのうち最も値の大きいデータを平面に投影することで前記3方向の各方向の3枚の平面画像を生成する平面画像生成部を具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の3次元超音波画像化装置において、
前記平面画像生成部で生成された前記平面画像領域内のメッシュに対応した3次元画像化データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを求め、求めた画像化メッシュの3次元座標と、あらかじめ設定された前記検査対象の輪郭形状や後加工に関する3次元形状情報を比較することにより、前記検査対象内の欠陥位置と後加工部との干渉の有無を検出し、その結果を表示する異常判定表示部を具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の3次元超音波画像化装置において、
前記平面画像生成部において、事前に設定した設定値を超えた画像化メッシュを選定する際に、選定された画像化メッシュの隣接状況から異常部位の面積を自動計算するとともに、自動計算した異常部位の面積が一定値以上有るかどうかを判定し、その結果を表示する異常判定表示部を具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 いずれか 1 記載の3次元超音波画像化装置において、
前記平面画像生成部により生成された3枚の平面画像の上に検査対象形状の輪郭を重ねて描画する輪郭描画部をさらに具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載の3次元超音波画像化装置において、
前記信号処理部により生成された3次元画像化データを3次元画像化領域内に重ねるようにして検査対象の輪郭や後加工に関する3次元形状を描画する輪郭描画部をさらに具備したことを特徴とする3次元超音波画像化装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 いずれか 1 記載の3次元超音波画像化装置において、
3次元画像化領域内のメッシュに対応した3次元画像化データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを出力し、出力した設定値以上のメッシュ数の割

合を自動計算し、その値が一定値以上になった場合に異常判定を行う異常判定部をさらに具備したことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

3 次元画像化領域内のメッシュに対応した 3 次元画像化データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを出力し、出力されたメッシュの 3 次元座標と、あらかじめ設定された前記検査対象の輪郭形状や後加工に関する 3 次元形状情報とを比較することにより、前記検査対象内の欠陥位置と後加工部との干渉の有無を検出し、その結果を表示する異常判定表示部を具備したことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記異常判定表示部が、3 次元画像データから、設定値以上のメッシュを出力する際に、出力された画像化データの隣接状況から異常部位の体積を自動計算するとともに、前記異常部位の面積が一定値以上有るかどうかを判定し、その結果を表示する手段を具備したことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 10】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記トランスデューサを機械的に駆動すると共に、その移動位置を検出する機構部と、前記機構部により前記トランスデューサが移動されるごとに検出された複数の画像化データを結合する画像結合部と、

前記画像結合部により結合された画像を表示する表示部とを具備したことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 11】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

検査範囲に対応した開口部を有し、前記開口部を前記検査対象の検査範囲に合わせて前記検査対象の表面を覆うマスク部をさらに具備したことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 12】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記超音波トランスデューサは、

前記複数の圧電振動子をマトリクス状に配置してなることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 13】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記超音波トランスデューサは、

前記複数の圧電振動子を一行に配置してなることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 14】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記音響媒体は、固体であることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 15】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記音響媒体は、液体であることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 16】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記検査対象が平面の境界を持つことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 17】

請求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、

前記検査対象が曲面の境界を持つことを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 18】

講求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、
前記検査対象は、単数の音響特性を有した層からなることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【請求項 1 9】

講求項 1 記載の 3 次元超音波画像化装置において、
前記検査対象は、複数の異なる音響特性を有した層からなることを特徴とする 3 次元超音波画像化装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】3次元超音波画像化装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、平面配置した多数の圧電振動子で送受信される超音波を用いて検査対象である構造物内の欠陥、ボイド、酸化膜等の異物や接合部の剥がれの状態を3次元(3D)的に可視化する3次元超音波画像化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マトリックス状に独立して複数形成された圧電振動子から構成される超音波トランスデューサを用いた超音波検査装置が提案されている(例えば特許文献1参照)。従来の超音波検査装置では、複数の異なる音響特性を有した層構造や、表面が曲面形状の検査対象内の欠陥やボイドや剥がれを超音波により可視化することができるものの、超音波による画像化結果を目視で判断することから自動判定が困難であると共に、検査対象との位置関係を把握することが難しかった。

【特許文献1】特開2003-149213号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このような従来の超音波検査装置では、以下のような問題がある。

[1] 内部検査を行うには人が画像化結果を観察することで行うことから、客観的、定量的な検査が難しい。

[2] 検査対象内の表面反射波の影響や検査対象内の超音波減衰等により、検査対象の深さの違いにより画像の輝度が変化してしまう。

[3] 超音波トランスデューサの大きさが限られているために、広い領域を連続的に画像化することができない。

[4] 検査対象の検査範囲の周囲に凹凸がある場合に、周囲の凹凸部で反射した超音波により検査対象の内部画像の画質が低下することである。

[5] 検査対象内部の3次元画像化から得られた欠陥位置、形状情報から異常の有無を自動判定することができない。

【0004】

本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、超音波による内部検査の精度を向上し、検査範囲を拡大するとともに、検査の自動判定を可能とする3次元超音波画像化装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明に係る3次元超音波画像化装置は、複数の圧電振動子から構成される超音波トランスデューサと、前記複数の圧電振動子のうち任意のものから超音波を発生させる振動子選択部と、前記振動子選択部により選択された圧電振動子が発する超音波が音響媒体を介して、検査対象からの反射エコーを受信することにより前記複数の圧電振動子が発生する電気信号を選択的に検出する信号検出回路と、前記信号検出回路により検出された電気信号から開口合成処理により、前記検査対象の内部に設定された3次元画像化領域内のメッシュに対応させて3次元画像化データを生成する信号処理部と、前記信号処理部により生成された3次元画像化データを3次元画像化領域内のメッシュ上の3次元画像化データの値に応じて、各メッシュの輝度または透明度を変化させる機能と、前記3次元画像化データの値を3次元座標位置(X, Y, Z)に応じて設定された値で乗算することにより前記3次元画像化データの不要部画像のマスキングまたは画像輝度補正を行う機能とを有する表示処理部とを具備したことを特徴としている。

【0006】

上記表示処理部は、超音波トランスデューサから見て正面の方向と、正面と直行する2

つの側面に対して垂直な方向の計3方向から3次元画像化データを透視すると共に、3次元画像化データのうち透視方向に重なった画像化データのうち最も値の大きいデータを平面に投影することで各方向の3枚の平面画像を生成する平面画像生成部を具備している。3次元超音波画像化装置は、平面画像生成部により生成された3枚の平面画像の上に重ねるようにして検査対象形状の輪郭を描画する輪郭描画部をさらに具備している。

【0007】

前記3次元超音波画像化装置は、信号処理部により生成された3次元画像化データを3次元画像化領域内に重ねるようにして検査対象の輪郭や後加工に関する3次元形状を描画する輪郭描画部をさらに具備している。

【0008】

3次元超音波画像化装置は、3次元画像化領域内のメッシュに対応した3次元画像化データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを出力し、出力した設定値以上のメッシュ数の割合を自動計算し、その値が一定値以上になった場合に異常判定を行う異常判定部をさらに具備している。

【0009】

3次元超音波画像化装置は、平面画像生成部で生成された平面画像データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを出力し、出力された画像化メッシュの3次元座標と、あらかじめ設定された検査対象の輪郭形状や後加工に関する3次元形状情報を比較することにより、検査対象内の欠陥位置と後加工部の干渉の有無を検出し、その結果を表示する異常判定部を具備している。

【0010】

更に、3次元超音波画像化装置は、平面画像生成部で生成された平面画像データから、事前に設定した設定値を超えた画像化メッシュを選定する際に、選定された画像化メッシュの隣接状況から異常部位の面積を自動計算するとともに、自動計算した異常部位の面積が一定値以上有るかどうかを判定し、その結果を表示する異常判定表示部を具備している。

【0011】

3次元超音波画像化装置において、3次元画像化領域内のメッシュに対応した3次元画像化データの値を、事前に設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを出力し、出力されたメッシュの3次元座標と、あらかじめ設定された検査対象の輪郭形状や後加工に関する3次元形状情報を比較することにより、検査対象内の欠陥位置と後加工部との干渉の有無を検出し、その結果を表示する異常判定表示部を具備している。

【0012】

上記異常判定表示部が、3次元画像データから、設定値以上のメッシュを出力する際に、出力された画像化データの隣接状況から異常部位の体積を自動計算するとともに、前記異常部位の面積が一定値以上有るかどうかを判定し、その結果を表示する手段を具備している。

【0013】

3次元超音波画像化装置は、トランスデューサを機械的に駆動すると共に、その移動位置を検出する機構部と、前記機構部により前記トランスデューサが移動されるごとに検出された複数の画像化データを結合する画像結合部と、前記画像結合部により結合された画像を表示する表示部とを具備している。

【0014】

本発明では、超音波トランスデューサの複数の圧電振動子のうち任意のものから超音波を発生させる。圧電振動子が発する超音波が固体または液体からなる音響媒体を介して、平面または曲面の境界を持つ単数または複数の異なる音響特性を有した層からなる検査対象からの反射エコーを受信することにより信号検出回路は複数の圧電振動子が発生する電気信号を選択的に検出する。そして、この信号検出回路により検出された電気信号から信号処理部が開口合成処理を行うことによって検査対象の内部に設定された3次元画像化領域内のメッシュに対応させて3次元画像化データを生成し表示処理部に出力する。表示処

理部は、信号処理部により生成された3次元画像化データを3次元画像化領域内のメッシュ上の3次元画像化データの値に応じて、各メッシュの輝度または透明度を変化させる。また、表示処理部は、3次元画像化データの値を3次元座標位置(X, Y, Z)に応じて設定された値で乗算することにより3次元画像化データの不要部画像のマスキングまたは画像輝度補正を行う。

【0015】

このように超音波トランスデューサを有する3次元超音波画像化装置で合成された3次元画像化データや表示画像を処理したり、超音波トランスデューサを移動させながら得られた複数の画像化データを超音波トランスデューサの位置に応じて結合することにより、検査対象の欠陥箇所をより定量的かつ直感で判断できる画像化を行うことができる。また、検査対象の検査範囲以外の領域をマスクして画像化することで画質を向上することができる。

【0016】

3次元超音波画像化装置で生成された3次元画像化データや平面画像生成部で生成された平面画像データのうち設定値を超えた画像化メッシュの3次元座標を検査対象の輪郭形状や後加工の3次元形状情報と比較することにより欠陥箇所が後加工部と干渉するかを判定するとともに、画像化メッシュの隣接の有無から異常部面積を自動計算することにより、検査の自動判定を行うことができる。

【0017】

また、超音波トランスデューサの位置を検出しながら移動させることが可能な機構部を設けたことで得られた複数の画像化データを超音波トランスデューサの位置に応じて結合することにより、広い領域を画像化することができる。

さらに、検査対象表面の検査範囲を開口部としたマスク部を検査対象の表面に設置することにより、検査範囲周囲の凹凸部で反射した超音波による内部画像の画質が低下を防止することができる。

【発明の効果】

【0018】

以上説明したように本発明によれば、超音波による内部検査の精度を向上し、検査範囲を拡大すると共に、検査の自動判定を可能とする3次元超音波画像化装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は本発明に係る一つの実施の形態の3次元超音波画像化装置の構成を示す図である。

【0020】

図1に示すように、この3次元超音波画像化装置は、信号発生部1、駆動素子選択部2、超音波トランスデューサとしてのマトリックスセンサ9、信号検出回路4、増幅器5a、5b～5i、A/D変換器6a、6b～6iおよび並列プロセッサ7からなる統合プロセッサである信号処理部8、表示処理装置10などを有している。マトリックスセンサ9の前面には、音響伝播媒体16が密着されている。マトリックスセンサ9は、検査対象(超音波の照射対象)17の中の欠陥14から反射される超音波Uを音響伝播媒体16、カップラント18を介して受信する。なお、音響伝播媒体16が例えば水等のように液体の場合は、カップラント18は不要である。

【0021】

マトリックスセンサ9は、圧電素子からなる複数の圧電振動子21a、22a、23a～29a、30a、30b～30hをマトリックス状に配置したものであり、そのそれぞれの圧電振動子21a等は、駆動素子選択部2の選択により駆動されるものが決定されて信号発生部1からの駆動信号が導線で導かれる。また、それぞれの圧電振動子21a等が発生する電気信号は導線で信号検出回路4に導かれる。圧電振動子21a等が電気駆動されると圧電体としての性質から超音波が発生し、発生された超音波は、音響伝播媒体16を介して検査対象17内の欠陥14に達する。欠陥14による超音波エコーUは再び音響

伝播媒体 16 を介して圧電振動子 21 a 等に入力し、これによりそれぞれの圧電振動子 21 a 等は電気信号を発生する。

【0022】

信号発生部 1 は、圧電振動子 21 a 等が超音波を発生すべくパルス状または連続の駆動信号を発生するものである。発生された駆動信号は、振動子選択部としての駆動素子選択部 2 に入力される。駆動素子選択部 2 は、駆動すべき一つまたは複数の圧電振動子 21 a 等を選択して信号発生部 1 から導かれた駆動信号を該当圧電振動子 21 a 等に入力して該当圧電振動子 21 a から超音波 U を発生させるものである。

【0023】

信号検出回路 4 は、複数の圧電振動子 21 a 等に接続されており、圧電振動子 21 a に発生する電気信号を検出するものである。検出された電気信号のうち検査に必要な複数のものは、それぞれ信号処理部 8 内の増幅器 5 a、5 b～5 i に導かれる。

信号検出回路 4 は、圧電振動子 21 a 等が発する超音波が例えば固体または液体からなる音響伝播媒体 16 を介して、平面または曲面の境界を持つ単数または複数の異なる音響特性を有した層からなる検査対象からの反射エコーを受信することにより複数の圧電振動子 21 a 等が発生する電気信号を選択的に検出する。

増幅回路 5 a、5 b～5 i は、導かれた電気信号を増幅し、これを A/D 変換器 6 a、6 b～6 i に供給するものである。A/D 変換器 6 a、6 b～6 i は、導かれた電気信号を A/D 変換し、これを信号処理部 8 内の並列プロセッサ 7 に導くものである。

【0024】

信号処理部 8 の並列プロセッサ 7 は、A/D 変換器 6 a、6 b～6 i から導かれたデジタル信号を処理し検査対象の状態を可視化する画像化データ I を生成するものである。信号検出回路 4 により検出された電気信号から開口合成処理により、検査対象の内部に設定された 3 次元画像化領域内のメッシュに対応させて 3 次元画像化データを生成する。並列プロセッサ 7 により生成された画像化データ I は、表示処理装置 10 に出力されて可視化表示処理が行われた後、表示部 35 に表示される。

【0025】

表示処理装置 10 は、平面画像生成部 31、異常判定部 32、輪郭描画部 33、画像結合部 34、表示部 35 等を有している。

平面画像生成部 31 は、超音波トランスデューサから見て正面 (X-Y 平面) の方向と、正面と直行する 2 つの側面 (Y-Z 平面)、(Z-X 平面) に対して垂直な方向の合計 3 つの方向から 3 次元画像化データ I を透視すると共に、それぞれの方向の 3 次元画像化データ I のうち透視方向に重なった画像化データのうち最も値の大きいデータを平面に投影することで各方向の 3 枚の平面画像を生成する。

【0026】

異常判定部 32 は、3 次元画像化領域 40 内のメッシュに対応した 3 次元画像化データの値を、メモリ等に予め設定された判定用の閾値 T (図 3 参照) と比較して閾値 T 以上のメッシュを出力し、出力した閾値 T 以上のメッシュ数が 3 D 画像化領域 40 中に占める割合を自動計算するとともに、自動計算したその値が一定値以上になった場合に異常判定を行う。

輪郭描画部 33 は、平面画像生成部 31 により生成された 3 枚の平面画像の上に重ねるようにして検査対象形状の輪郭を描画する。

【0027】

画像結合部 34 は、機構部としての駆動部 73 (図 6 参照) によりマトリックスセンサ 9 と検査対象の相対位置が変更されるごとに検出された複数の画像化データを結合する。なお、前記異常判定部 32 は、前記平面生成部 31 で形成された平面画像や前記画像結合部 34 により生成された結合画像に対してメモリ等に予め設定された判定用の閾値 T (図 3 参照) と比較して閾値 T 以上のメッシュを出力し、出力した閾値 T 以上のメッシュ数の割合を自動計算し、その値が一定値以上になった場合に異常判定を行う。

【0028】

表示部 35 は、各部より入力される画像化データおよび／または判定結果を表示するものであり、例えば画像結合部 34 から入力された画像化データおよび／または異常判定部 32 により判定された判定結果を表示する。表示部 35 と異常判定部 32 とを異常判定表示部と称す。

【0029】

すなわち、表示処理装置 10 は、信号処理部 8 により生成された 3 次元画像化データ I を 3 次元画像化領域内のメッシュ上の 3 次元画像化データの値に応じて、各メッシュの輝度または透明度を変化させる機能を有している。また、表示処理装置 10 は、信号処理部 8 により生成された 3 次元画像化データ I の値を 3 次元座標位置 (X, Y, Z) に応じて設定された値で乗算することにより 3 次元画像化データの不要部画像のマスキングまたは画像輝度補正を行う機能を有している。

【0030】

図 2 は信号処理部 8 から表示処理装置 10 に導かれた画像化データ I の表示処理内容を示す図である。

画像化データ I は、3D 画像化領域 40 中に立体配置された画像化セル (i) 41、画像化セル (i+1) 42、画像化セル (i+2) 43、画像化セル (i+3) 44、画像化セル (i+4) 45…に対応させて格納された超音波の反射強度を表す画像化データ (i) 51、画像化データ (i+1) 52、画像化データ (i+2) 53、画像化データ (i+3) 54、画像化データ (i+4) 55…等の集合体を示している。

【0031】

一方、超音波 U は、検査対象 17 内の表面 S (深さ Z=0) で反射されるため、3D 画像化領域 40 中での反射強度は、表面反射波による反射強度分布 R に示すように、表面近傍が明るくなり内部画像が遮られる。このため、校正曲線 C に示す値を深さ Z に応じて画像化データ (i) 51、画像化データ (i+1) 52、画像化データ (i+2) 53、画像化データ (i+3) 54、画像化データ (i+4) 55…というように積算して表面位置 S 近傍の反射強度を低減 (透明化) することにより、表面近傍の画像輝度と深部の輝度を均一化することができる。

【0032】

ここで、図 2 を参照してこの 3 次元超音波画像化装置にて可視化情報を表示する上で、3D 画像化領域 40 を X、Y、Z 方向に透視する画像化方法について説明する。図 2 は Z 方向からの透視像である平面画像 X-Y 60 の表示方法を示す図である。

平面画像生成部 31 は、図 2 に示すように、Z 方向に一系列に並んだ画像化データ (i) 51、画像化データ (i+1) 52、画像化データ (i+2) 53、画像化データ (i+3) 54、画像化データ (i+4) 55…のうち、平面画像 X-Y 60 中の最大反射強度のもの、つまり画像化データ (i max) 57 を選択して輪郭描画部 33 と表示部 35 へそれぞれ出力する。なお、X、Y 方向の透過画像についても平面画像生成部 31 は、Z 方向の場合と同様の方法で最大反射強度のものを選択して表示部 35 へ出力する。

【0033】

図 3 は、表示処理装置 10 において、入力された画像化データ I から異常部位 59 を自動的に判定する処理を示す図である。なお、図中、3D 画像化領域 40 中の画像化データ I は、超音波の反射強度を表している。

【0034】

表示処理装置 10 に画像化データ I が入力されると、平面画像生成部 31 は、図 2 の場合と同様に、図 3 に示すように、Z 方向に一系列に並んだ画像化データ (i) 51、画像化データ (i+1) 52、画像化データ (i+2) 53、画像化データ (i+3) 54、画像化データ (i+4) 55…のうち、平面画像 X-Y 60 中の最大反射強度のもの、つまり画像化データ (i max) 57 を選択して輪郭描画部 33 と異常判定部 32 へそれぞれ出力する。なお、X、Y 方向の透過画像についても平面画像生成部 31 は、Z 方向の場合と同様の方法で最大反射強度のものを選択して出力する。

【0035】

異常判定部 32 は、異常部位 59 を判定するために、予めメモリ等に設定された判定用の閾値 T から、判定値 A 以上の反射強度を有する画像化データ I を選択（抽出）して表示部 35 に出力して表示すると共に、選択した画像化データの数のカウント結果から、3D 画像化領域 40 中における異常部位 59 の占有率を計算することにより、検査対象 17 の品質の良否を判定する。

【0036】

なお、前記異常判定部 32 は、前記平面生成部 31 で形成された平面画像や前記画像結合部 34 により生成された結合画像に対してメモリ等に予め設定された判定用の閾値 T（図 3 参照）と比較して閾値 T 以上のメッシュを出力し、出力した閾値 T 以上のメッシュ数が 3D 画像化領域 40 中に占める割合を自動計算し、その値が一定値以上になった場合に異常判定を行う。

【0037】

輪郭描画部 33 は、平面画像生成部 31 より入力された平面画像 X-Y 60 上に、検査対象 17 の表面形状 61、つまり輪郭を描画する。これにより、検査対象 17 内の欠陥画像 58 との相対位置を判断しやすくなる。

【0038】

図 4 を参照してこの 3 次元超音波画像化装置の平面画像生成部 31 で生成された平面画像化結果から、異常判定部 32 が異常判定を行う異常判定自動化方法について説明する。

平面画像生成部 31 において、Z 方向からの透視像である前記平面画像 X-Y 60 中の異常部位 59 中の 3 次元画像化データ (i max) は、Z 方向に配列された画像化データ (i)、画像化データ (i+1)、画像化データ (i+2)、画像化データ (i+3) 中の最大反射強度を有した画像化データ (i+3) が抽出されたものであることから、この画像化データ (i+3) が異常判定部 32 に入力されることで、異常判定部 32 は、画像化データ (i+3) の 3 次元座標を確定する。異常判定部 32 は、前記平面画像 X-Y 60 中の異常部位 59 の他の画像化データも上記と同様にして 3 次元座標を確定する。同様な処理は、X、Y 方向の透過画像についても行う。

【0039】

そして、異常判定部 32 は、3 次元画像化領域 40 に対応するようにメモリに設定された後加工 3 次元形状情報 101 や輪郭形状 3 次元形状情報 102 と、上記平面画像 X-Y 60 中の異常部位 59 の 3 次元座標とを比較することにより、後加工部と干渉する干渉部 105 を 3 次元的に判定する。

【0040】

更に、異常判定部 32 は、判定の際に、確定された異常部位 59 の全画像化データの 3 次元座標の隣接状況から判別、つまり異常部位 59 の画像化データが後加工 3 次元形状情報 101 や輪郭形状 3 次元形状情報 102 と隣接しているか否かで判別することにより、異常部位の面積を自動計算するとともに、自動計算した異常部位の面積が一定値以上有るかどうかを判定し、この判定結果により無視できない欠陥であるか、そうでないかを判定する。

異常判定部 32 は、上記判定結果を表示部 35 に出力し、表示部 35 は、入力された判定結果を表示する。

【0041】

また、図 5 に示すように、異常判定部 32 は、3 次元超音波画像化装置の 3 次元画像化結果から、直接、図 4 に示す Z 方向 (X、Y 方向も同様) の最大反射強度を選択し、3 次元画像化領域 40 に対応するようにメモリに設定しておいた後加工 3 次元形状情報 101 や輪郭形状 3 次元形状情報 102 と前記平面画像 X-Y 60 中の異常部位 59 の 3 次元座標とを比較することにより、後加工部と異常部位 59 との干渉部 105 を 3 次元的に判定する。

【0042】

更に、異常判定部 32 は、判定の際には、確定された異常部位 59 の全画像化データの 3 次元座標の隣接状況を判別することにより、異常部位の面積を自動計算するとともに、

自動計算した異常部位の面積が一定値異常有るか否かを判定し、この判定結果により無視できない欠陥であるか、そうでないかを判定する。異常判定部 32 は、これらの判定結果を表示部 35 に出力し、表示部 35 は、入力された判定結果を表示する。

【0043】

図 6 はマトリックスセンサ 9 の検知領域よりも広い(マトリックスセンサ 9 よりも大きい)検査対象 81 の内部画像化を行う際の画像結合処理を説明するための図である。ここでは、一例として中実の円筒形状の検査対象 81 を検査する場合について説明する。駆動部 73 は、検査対象 81 を機械的に駆動(または、マトリックスセンサ 9 を機械的に駆動してもよい)するものであり、その移動位置を検出するセンサを有している。この場合、駆動部 73 は、検査対象 81 (またはマトリックスセンサ 9) を矢印の方向に回転駆動する。

【0044】

一方、表示処理装置 10 の画像結合部 34 は、駆動部 73 により検査対象 81 とマトリックスセンサ 9 の相対位置が変更されるごとにセンサによって検出された複数の画像化データを結合して画像データを再配置して出力する。検査対象 81 を駆動部 73 にて例えば 90° づつ 4 回、回転させて、得られた画像データを画像結合部 34 で結合して再配置して表示部 35 へ出力することで、図 7 に示すように、表示画面 80 上に、検査対象 71 全体の画像化結果を一括表示することができ、複数画面にまたがる欠陥画像 79 から、検査対象 71 内にある欠陥 72 位置を把握しやすい表示画面 80 が得られる。なお、図中で、各画像(1) 75、画像(2) 76、画像(3) 77、画像(4) 78 は、角度 90 度、180 度、270 度、360 度に対応して表示される。

【0045】

なお、前記異常判定部 32 は、前記画像結合部 34 により生成された結合画像に対してメモリ等に予め設定された判定用の閾値 T (図 3 参照) と比較して閾値 T 以上のメッシュを出力し、出力した閾値 T 以上のメッシュ数の割合を自動計算し、その値が一定値以上になった場合に異常判定を行うことも可能である。

【0046】

図 8 は検査範囲 82 が周囲に比べて飛び出ている形状の検査対象 91 を検査する場合に検査対象 91 にマスク部 94 を被せて内部画像化を行う際の説明図である。図中、超音波経路 U1 は、マスク部 94 が無い場合の画像化を示しており、その際の描画画像 U1 (送信圧電振動子 21a と送信圧電振動子 22a から等距離の曲面で回転楕円体となる) が検査対象 91 内部にかかってしまう。

そこで、この場合、検査範囲 82 に対応した開口部を有するマスク部 81 を検査対象 91 に被せて検査対象 91 の表面を部分的に覆う。

このようなマスク部 94 で検査対象 91 の表面を覆った場合の超音波経路 U2 による描画画像 U2 は、検査対象 91 の内部にかからないことから、検査対象 91 の内部を画像化する際の周囲の凹凸部の影響で超音波が反射して検査対象の内部画像の画質が低下するという不具合を無くすることができる。

【0047】

このようにこの実施の形態の 3 次元超音波画像化装置によれば、マトリックス状に独立して複数形成された圧電振動子から構成されるマトリックスセンサ 9 による超音波送受信で得られた検査対象内部からの無数の反射エコーから合成された 3 次元画像化データの値に応じた輝度表示や画像化データの値を直接判定することにより検査を定量的に行うことができる。

【0048】

また、3 次元画像化領域の深さに応じて、画像化データ値を増幅することにより、検査対象の表面反射波の影響補正や検査対象内の超音波の減衰補正も可能となる。

さらに、マトリックスセンサ 9 の位置を検出しながら移動させることが可能な駆動部 73 を付設し、複数の画像化データをマトリックスセンサ 9 の位置に応じて結合することによ

り、広い領域を画像化することができる。

【0049】

また、検査対象表面の検査範囲を開口部としたマスク部94を検査対象の表面に被せるように設置することで、検査範囲周囲の凹凸部で反射した超音波による内部画像の画質が低下することを防止できる。

また、3次元画像化領域の深さに応じて、画像化データの値を増幅することにより、検査対象の表面反射波の影響補正や検査対象内の超音波の減衰補正を行うことができる。

【0050】

さらに、平面画像生成部31で生成された平面画像領域内のメッシュに対応した3次元画像化データの値を、事前にメモリに設定した設定値と比較して設定値以上のメッシュを求め、求めた画像化メッシュの3次元座標と、あらかじめメモリに設定しておいた検査対象の輪郭形状や後加工に関する3次元形状情報とを比較することにより、検査対象内の欠陥位置と後加工部との干渉の有無を検出し、その結果を表示する異常判定部32および表示部35を設けたので、検査の自動判定が可能になる。

この結果、超音波による内部検査の精度を向上し、検査範囲を拡大するとともに、検査の自動判定を可能とする3次元超音波画像化装置を提供することができる。

【0051】

なお、本発明は上記実施の形態のみに限定されるものではない。
上記実施形態では、3次元画像化装置の中に信号処理部8、表示処理装置10とを備える構成にしたが、それぞれ独立したコンピュータで実現してもよい。

コンピュータは、記憶媒体に記憶されたプログラムに基づき、本実施形態における各処理を実行するものであって、パソコンなどの一つからなる装置、複数の装置がネットワーク接続されたシステムなどのいずれの構成であっても良い。また、コンピュータとは、パーソナルコンピュータ（パソコン）に限らず、通信機器、情報処理機器に含まれる演算処理装置、マイコンなども含み、プログラムによって本発明の機能を実現することが可能な機器、装置を総称している。

上記実施形態における表示処理装置10の内部構成は、ソフトウェアで実現できる。ソフトウェアは、フレキシブルディスクなどのコンピュータが読み出し可能な記憶媒体に記憶されていても良く、また、ソフトウェア（プログラム）単体としてLANやインターネットなどのネットワーク上を伝送されるものでもよい。この場合、記憶媒体に記憶されたソフトウェア（プログラム）をコンピュータが読み出したり、LANやインターネット上のサイト（サーバ）からコンピュータがダウンロードしてハードディスクにインストールすることにより、コンピュータにおける処理が可能になる。つまり、本発明におけるソフトウェア（プログラム）は、コンピュータと独立した記憶媒体に記憶されているものだけに限らず、LANやインターネットなどの伝送媒体を介して流通されるものも含まれる。

【0052】

なお、プログラムは、メモリ、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク（CD-ROM、CD-R、DVDなど）、光磁気ディスク（MOなど）、半導体メモリなどの記憶媒体に、コンピュータが読み取り可能に記憶されているものであれば、その言語形式、記憶形式はいずれの形態であっても良い。

また、記憶媒体からコンピュータにインストールされたプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）や、データベース管理ソフト、ネットワークソフトなどのMW（ミドルウェア）などが本実施形態を実現するための各処理の一部を実行しても良い。さらに、記憶媒体は、コンピュータと独立した媒体に限らず、LANやインターネットなどにより伝送されたプログラムをダウンロードして記憶または一時記憶した記憶媒体も含まれる。また、記憶媒体は一つに限らず、複数の媒体から本実施形態における処理が実行される場合も本発明における記録媒体に含まれ、媒体構成はいずれの構成であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】本発明に係る一つの実施の形態の 3 次元超音波画像化装置の全体構成を示す図。

【図 2】画像化データの表示処理内容を示す図。

【図 3】画像化データから欠陥部（異常部）を自動判定する処理を説明するための図。

【図 4】平面画像化結果から、異常判定の自動化を行う方法を示す図。

【図 5】3 次元画像化結果から、異常判定の自動化を行う方法を示す図。

【図 6】画像結合処理に用いる駆動部を示す図。

【図 7】画像結合処理した結果を表示した表示画面を示す図。

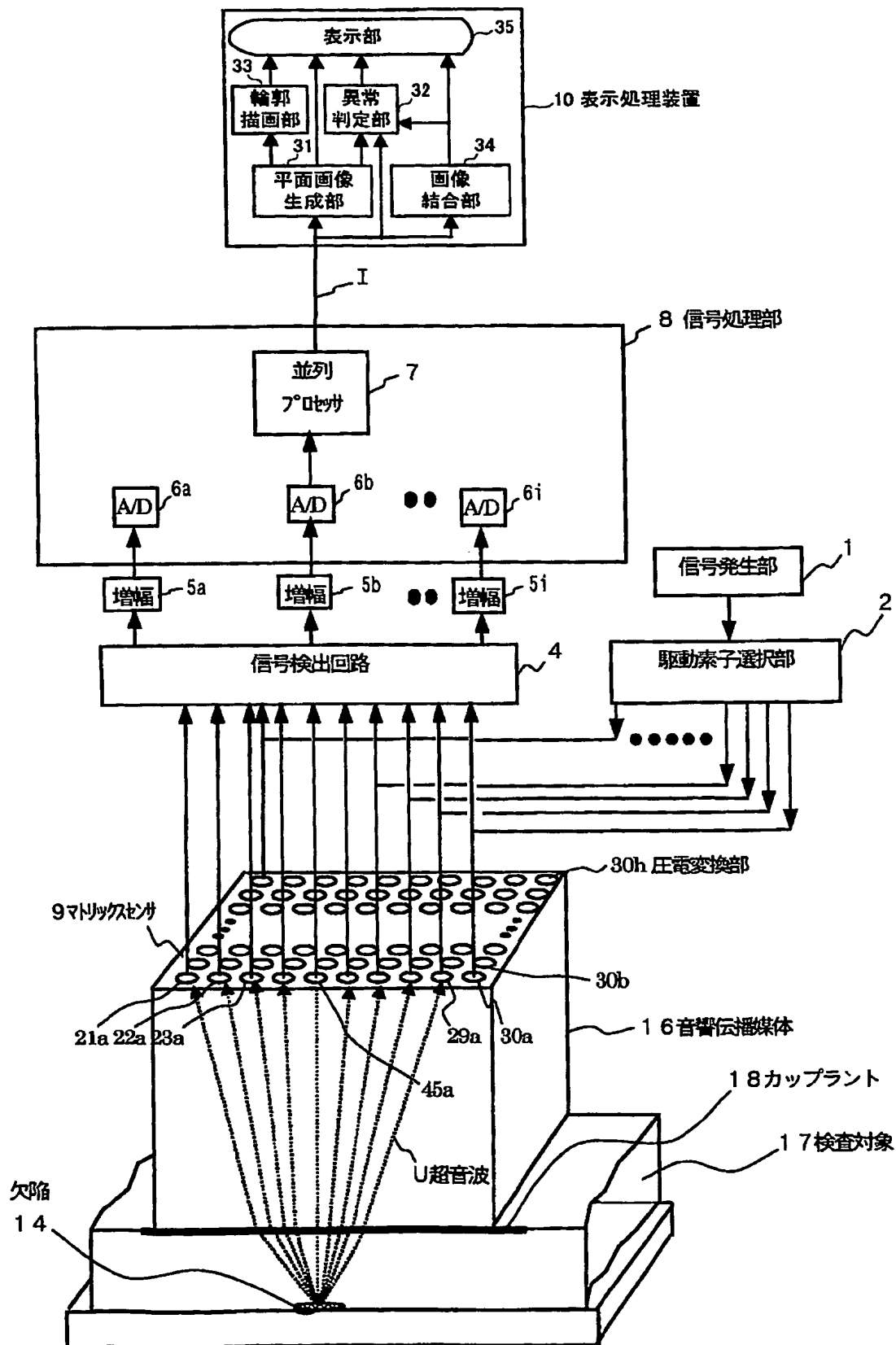
【図 8】マスク部を配置し画質改良する場合の構成例を示す図。

【符号の説明】

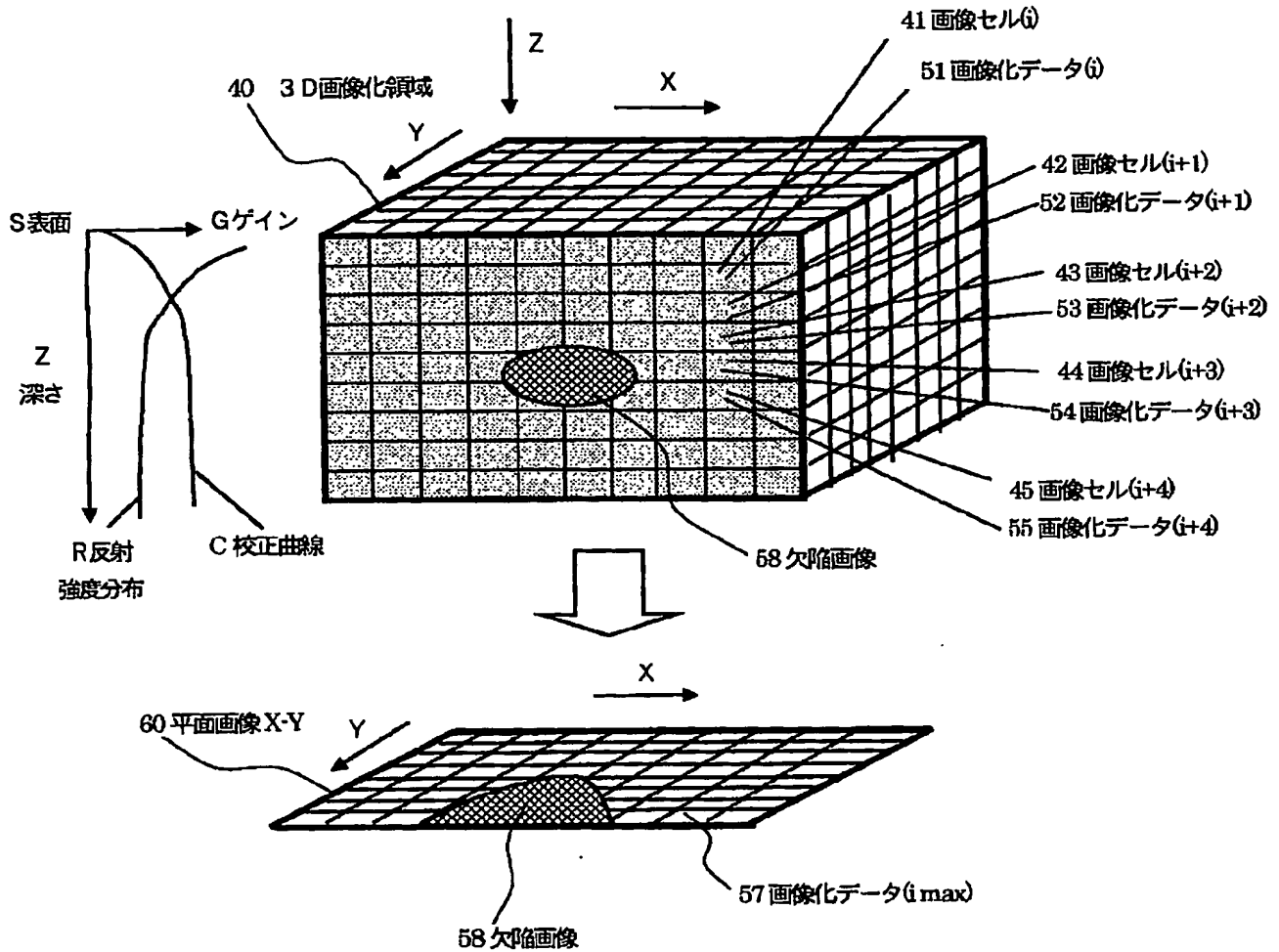
【0054】

1…信号発生部、1a…駆動部、2…駆動素子選択部、4、4a…信号検出回路、5a、5b～5i…増幅器、6a、6b～6i…A/D変換器、7、7a、7b…並列プロセッサ、8…信号処理部（統合プロセッサ）、9…マトリックスセンサ、10…表示処理部、14…欠陥、16…音響伝播媒体、17…検査対象、18…カップラント、21a、22a、23a…29a、30b、30h…圧電振動子、31…平面画像生成部、32…異常判定部、33…輪郭描画部、34…画像結合部、35…表示部、40…3D画像化領域、41…画像化セル(i)、42…画像化セル(i+1)、43…画像化セル(i+2)、44…画像化セル(i+3)、45…画像化セル(i+4)、51…画像化メッシュ(i)、52…画像化メッシュ(i+1)、53…画像化メッシュ(i+2)、54…画像化メッシュ(i+3)、55…画像化メッシュ(i+4)、57…画像化データ(i_{max})、58…欠陥画像、59…異常部位、60…平面画像X-Y、61…表面形状、72…欠陥、73…駆動部、75…画像(1)、76…画像(2)、77…画像(3)、78…画像(4)、79…欠陥画像、80…表示画面、81…検査対象、89…検査対象画像、91…検査対象、92…描画画像U1、93…描画画像U2、94…マスク部、101…後加工3次元形状情報、102…輪郭形状3次元形状情報、105…干渉部、A…判定値、C…校正曲線、G…ゲイン、R…反射強度分布、S…表面、T…閾値、U…超音波、U1…超音波経路U1、U2…超音波経路U2、Z…深さ。

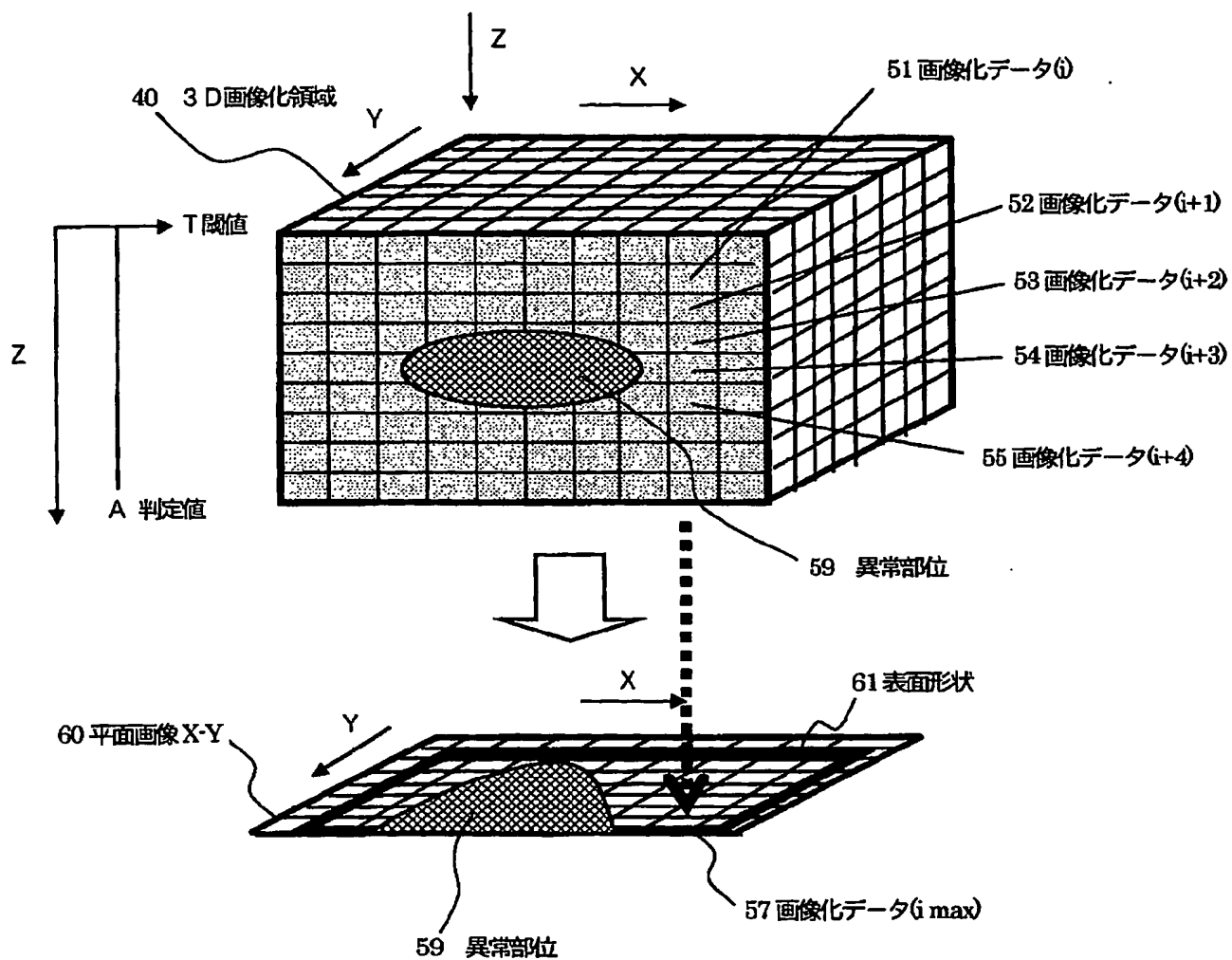
【書類名】 図面
【図 1】



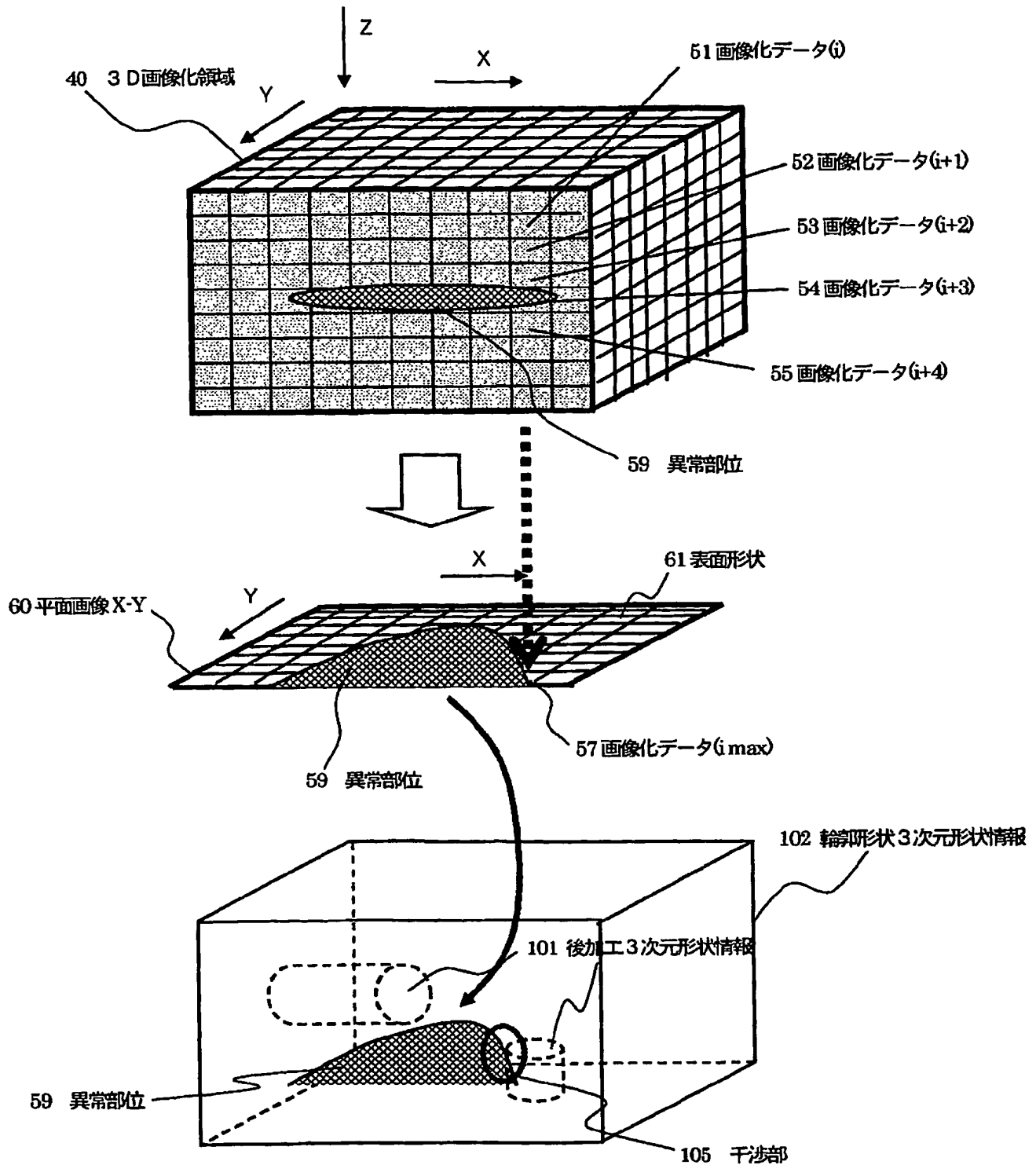
【図 2】



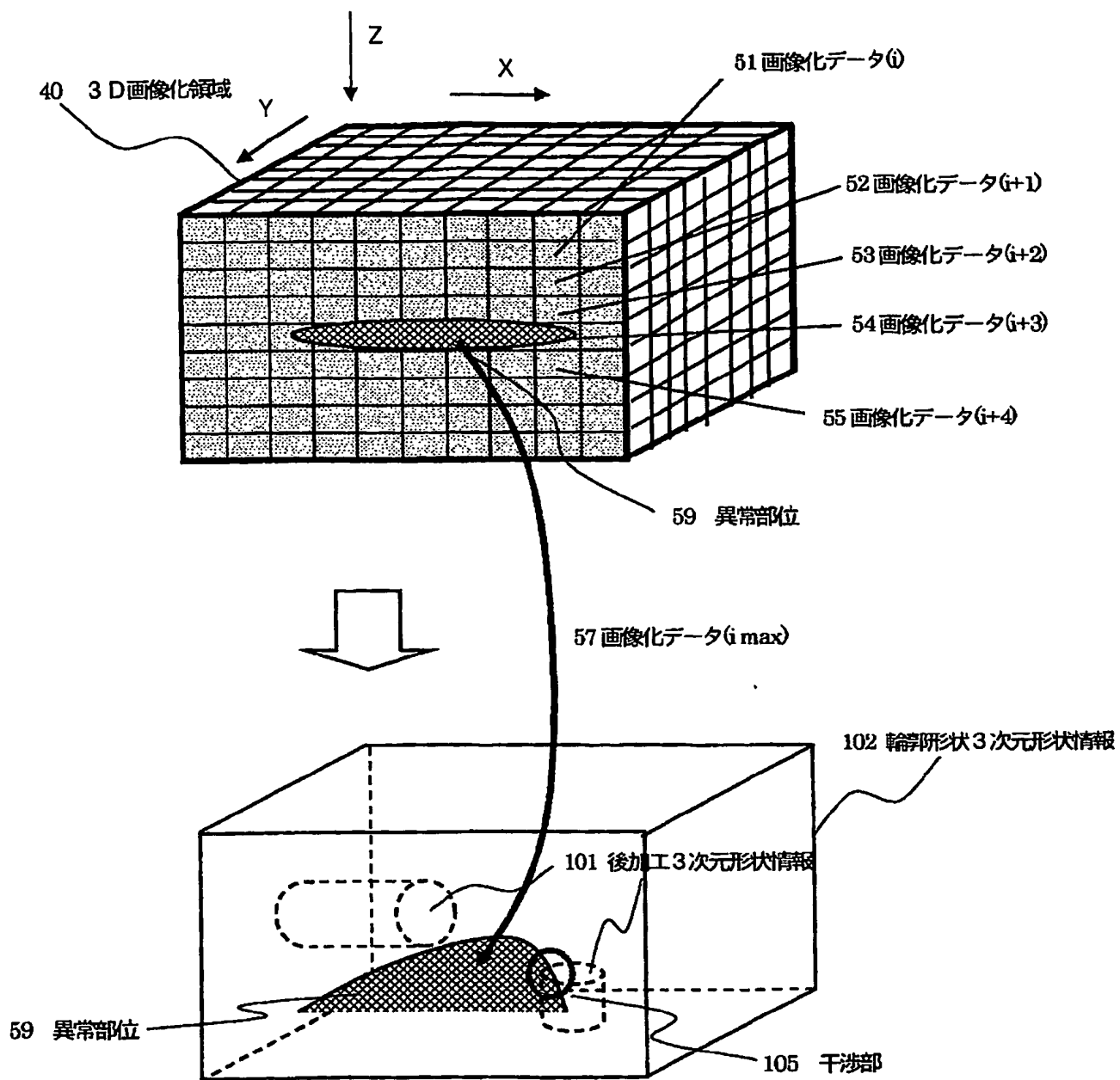
【図 3】



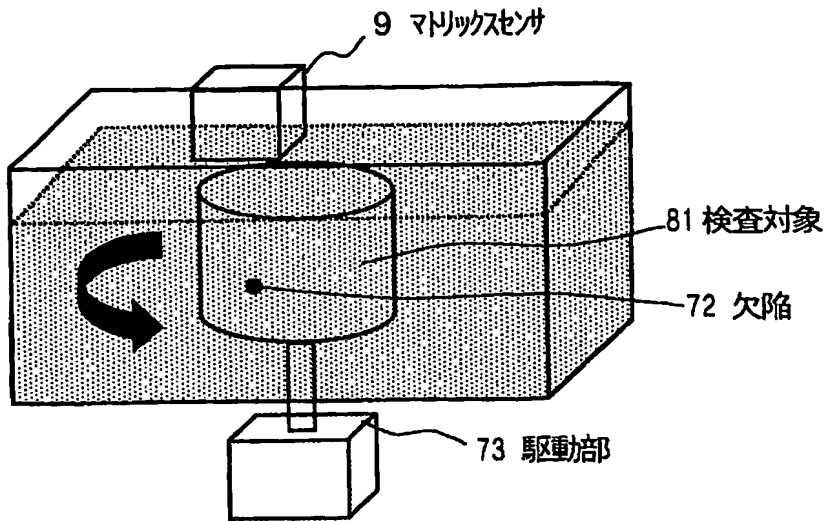
【図 4】



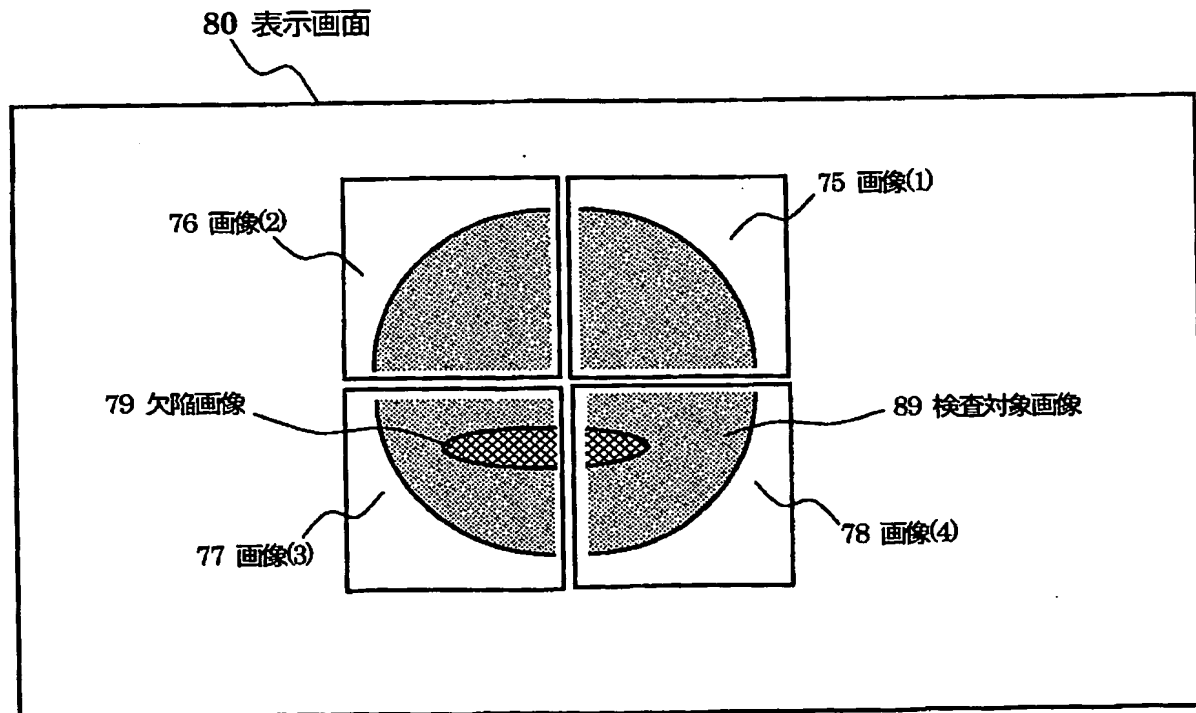
【図 5】



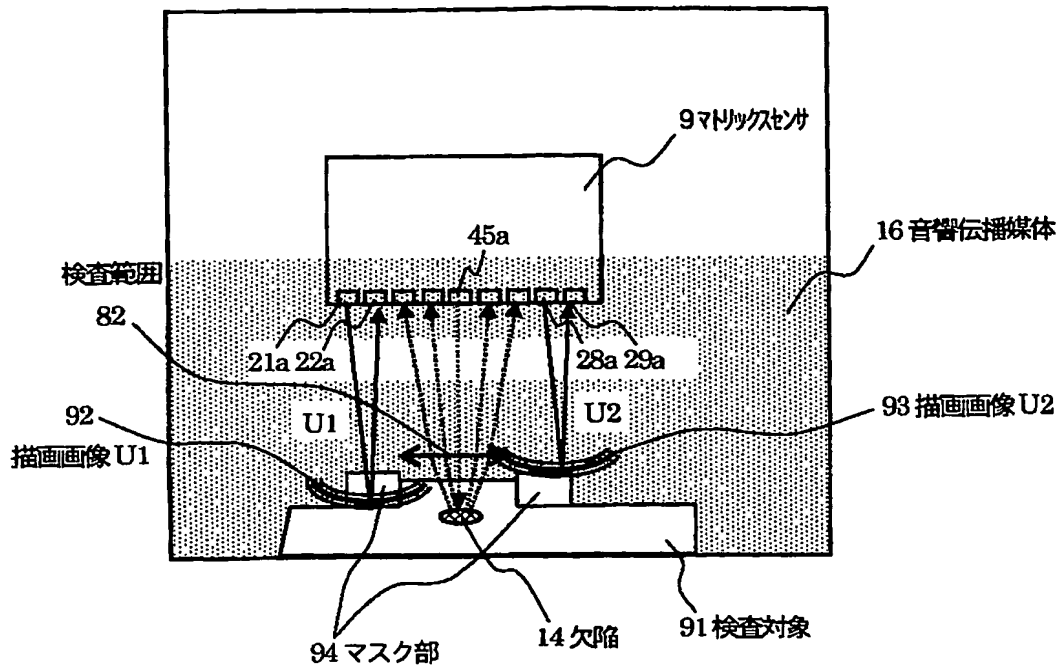
【図 6】



【図 7】



【図8】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 定量的で直感的な表示が可能な高解像度の 3 次元超音波画像化装置を提供する。

【解決手段】 マトリックス状に独立して複数形成された圧電振動子から構成されるマトリックスセンサ 9 を有する 3 次元超音波画像化装置において、マトリックスセンサ 9 から得られた超音波の反射エコーを基に 3 D 画像化データを生成し表示画像を平面画像に処理したり、マトリックスセンサ 9 を移動させながら得られた複数の画像化データをマトリックスセンサ 9 の位置に応じて結合することにより、欠陥 1 4 を定量的でかつ直感で判断できる画像化を実現するとともに、検査の自動判定が可能となる。さらに、検査対象の検査範囲以外の領域をマスクして画像化することで画質の向上を図ることができる。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-356958
受付番号	50301722241
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 15 年 10 月 21 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	株式会社東芝

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100077849
【住所又は居所】	東京都千代田区神田多町 2 丁目 1 番地 神田東山ビル
【氏名又は名称】	須山 佐一

特願 2003-356958

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝